

PROTOTYPE AUTOMATIC SOLAR CHARGER BATERAI 20VDC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328

Galih Renda

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Ibn Khaldun Bogor,
Jl. KH. Sholeh Iskandar km2, Bogor

Email:

galihrenda1904@gmail.com

Fithri Muliawati

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Ibn Khaldun Bogor,
Jl. KH. Sholeh Iskandar km2, Bogor

Email:

fithri.muliawati@uika-bogor.ac.id

Sarah Chairul annisa

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Ibn Khaldun Bogor,
Jl. KH. Sholeh Iskandar km2, Bogor

Email:

sarah.annisa@uika-bogor.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan penggunaan kendaraan bermotor, akan menyebabkan krisis energy terutama bahan bakar minyak. Salah satu alternative energy yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti adalah energi matahari atau yang biasa disebut solar cell. Pemanfaatan Sistem pembangkit listrik solar cell dalam perkembangan kendaraan listrik ini membutuhkan suatu alat dan sistem yang mampu memanager listrik yang dihasilkan. Dengan pengumpulan data dan memanfaatkan solar cell yang ada di laboratorium Elektro maka dibuatlah PROTOTYPE AUTOMATIC SOLAR CHARGER BATERAI 20 VDC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 328. Sistem kontrol solar charging bekerja dengan mengontrol tegangan input solar cell sebesar 38vdc dan mengkonversi tegangan menjadi 21vdc sesuai kebutuhan baterai. Menghindari terjadinya pengisian berlebih maka ketika baterai dalam kondisi penuh sesuai pembacaan sensor MAX471 dan arduino akan otomatis relay menghentikan proses pengisian saat baterai penuh, ini bertujuan agar tidak terjadi pengisian berlebih. Pengujian prototype solar charger baterai menggunakan baterai bor cordless dengan spesifikasi baterai 20vdc 1,5ah, Tegangan keluaran solar charger ini disesuaikan dengan beban baterai sebesar 21vdc. Pengujian ke lima pada jam 12.40 – 13.31 WIB didapat data pengisian tercepat dengan waktu 51 menit.

Katakunci : Solar Charging, Solarcell, Smart Charging.

ABSTRAK

The increase in the use of motorized vehicles will cause an energy crisis, especially fuel oil. One alternative energy that can be used as a substitute is solar energy or what is commonly called a solar cell. Utilization of solar cell power generation systems in the development of electric vehicles requires a tool and system that is able to manage the electricity generated. By collecting data and utilizing solar cells in the Electrical laboratory, an AUTOMATIC SOLAR CHARGER PROTOTYPE of 20 VDC BATTERY BASED ON THE ATMEGA 328 MICROCONTROLLER is made. The solar charging control system works by controlling the solar cell input voltage of 38vdc and converting the voltage to 21vdc according to battery needs. To avoid overcharging, when the battery is in full condition according to the MAX471 sensor readings and the Arduino relay will automatically stop the charging process when the battery is full, this aims to prevent overcharging. Testing the prototype solar charger using a cordless drill battery with a battery specification of 20vdc 1.5ah, the output voltage of this solar charger is adjusted to the battery load of 21vdc. The fifth test at 12.40 – 13.31 WIB obtained the fastest charging data with a time of 51 minutes.

Keywords: Solar Charging, Solar Cell, Smart Charging.

I. PENDAHULUAN

Peningkatan penggunaan kendaraan bermotor berbahan bakar bensin ini mengakibatkan krisis sumber daya alam. Hal ini akan menyebabkan munculnya dampak tidak baik seperti polusi udara dan berkurangnya sumber daya alam. Dalam perkembangan teknologi zaman sekarang kendaraan bermotor telah menempatkan kendaraan listrik menjadi salah satu solusi dalam mengantisipasi timbulnya dampak dari krisis sumber daya alam. Dengan menggunakan kendaraan listrik, tentunya akan dapat menciptakan teknologi yang ramah bagi alam semesta karena akan mengurangi polusi udara[1]. Berkembangnya teknologi kendaraan ramah lingkungan ini sudah berada pada situasi dimana semua teknologi ini pendukungnya telah mengemmbang denegan sangat pesat. Contohnya teknologi pembuatan dan bahan, elektronika daya, mesin listrik, dan mikro kontroller telah maju sangat pesat sehingga mendapat hasil komponen berkualitas baik dan juga bentuk yang lebih kecil. Hal ini adalah faktor yang krusial dalam rencana pembuatan kendaraan listrik. Dalam bidang kendaraan listrik, umumnya motor sinkron magnet permanen, sudah dikembangkan kendaraan yang kompleks dan berhasil tetapi dengan keluaran yang besar serta menunjang kriteria aplikasi otomotif. Pada konstruksi elektronika daya juga berkembang sampai menghasilkan komponen dan sistem konversi elektronik yang kompleks dengan efisiensi konversi yang baik, canggih serta tetap efisien. Pada perkembangan bidang mikro elektronik sudah membuktikan penggunaan teknik kontrol lanjut untuk mengatur kendaraan listrik sampai menghasilkan untuk kerja yang baik. Dari semua teknologi pendukung kendaraan listrik, baterai menjadi teknologi kunci dalam peningkatan unjuk kinerja kendaraan listrik khususnya dalam jarak yang ditempuh. Keuntungan kendaraan listrik dibandingkankendaraan konvensional yaitu tidak berisik, penghematan energi yang baik, mengurangi pemakaian energi minyak bumi sampai mengurangi asap pembuangan ke lapisan ozon, serta emisi gas yang bersifat terpusat sampai lebih bisa dimanage. Di masa yang akan datang disaat pembangkit energy listrik dengan sumber energi yang baru akan berkembang kendaraan listrik bisa diisi ulang dengan energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit terbarukan[2].

Kendaraan listrik akan terus berhubungan dengan listrik sebagaimana namanya yang mengandung kata "listrik", Hal itu menyebabkan peralatan tersebut akan selalu memerlukan sistem untuk pengisian kembali kebutuhan listrik. Apabila tidak melakukan pengisian ulang maka komponen tidak dapat beroperasi. Sistem pengisian kembali sumber listrik pada dasarnya berupa baterai litium ion dan ini menjadi hal utama dalam membangun sebuah sistem motor listrik. Ini menjadi sebuah komponen dasar maka sangat penting bagi kita untuk dapat memahami bagaimana proses pengisian kembali supaya mendapat hasil maksial dalam

pengoperasian[3]. Proses pengisian baterai tentunya memerlukan energy listrik dan energi akan terus dibutuhkan secara meningkat, hal ini berjalan sebanding dengan semakin menipisnya cadangan sumber daya alam, ini memaksa manusia untuk mencari sumber energi alternatif. Negara maju sedang berkompetisi untuk membuat terobosan baru dalam hal menciptakan teknologi baru yang dapat menggantikan sumber energi utama[4]. Sebuah sumber energi alternatif yaitu memanfaatkan energi sinar matahari menggunakan panel solar cell yang dapat mengubah sinar matahari menjadi sebuah listrik[5]. Solar cell ini sangat dipengaruhi oleh site specific yang berarti lokasi dimana solar cell ditempatkan, kemudian juga dipengaruhi oleh fenomena statistik dan kondisi klimatologi daerah sekitar selain kondisi berikut dipengaruhi juga oleh kualitas sperpart solar cell, seperti short circuit current, open circuit voltage, suhu pada sel solsr cell dan berikutnya[6]. Kelemahannya dari sistem solar cell adalah biaya instalasi awal besar dan efisiensi energi dari 12% menjadi 29% relatif rendah. Selanjutnya, beberapa kasus sistem solarcell memerlukan kondisi daya dc-dc atau dc-ac converter untuk meneruskan pada beban[7]. Meskipun demikian energy inilah yang akan digunakan dalam proses pengisian baterai pada penelitian kali ini.

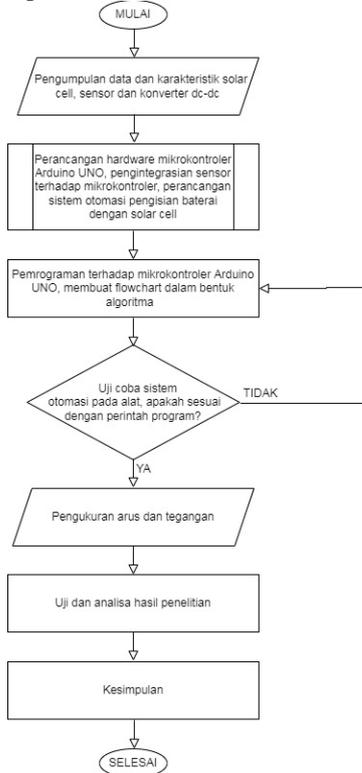
Untuk menjadikan baterai sebagai sumber daya utama kurang efisien apabila benda elektronik sering digunakan. Jika terlalu sering mengisi baterai dengan rutin walaupun daya pada baterai sudah penuh tidaklah efisien karena menjadi penyebab baterai cepat rusak. [8]. Pada saat baterai akan terisi maksimal suhu akan naik, sehingga jika kondisi pengisian berlebih dibiarkan lama lama akan menghasilkan panas yang tinggi hal ini bisa menyebabkan baterai meledak[9]. Pada umumnya setiap baterai yang dapat diisi ulang memiliki perjalanan hidup yaitu dalam jumlah berapa kali pengisian dan pengosongan baterai terjadi dimana baterai masih memiliki kemampuan seperti pertama diproduksi. Apabila baterai dipergunakan diluar kemampuannya maka akan mengurangi umur hidupnya[10]. Maka diperlukan sebuah alat yang bisa mengatasi permasalahan tersebut.

Berdasarkan penelitian tersebut maka dirancang alat prototype sistem pengisian baterai bor berkapasitas 20Vdc 1,5Ah berbasis mikrokontroler arduino Atmega 328, dimana pada prototype ini mikrokontroler arduino Atmega 328 digunakan sebagai pembangkit sinyal PWM yang bisa mengontrol nilai tegangan output dari sebuah rangkaian converter, dimana dapat dijadikan sumber energi alternative dari pengisian baterai dengan pemanfaatan sumber energi sinar matahari, dan juga bisa menghentikan pengisian pada saat baterai sudah terbaca penuh.

II. METODE PENELITIAN

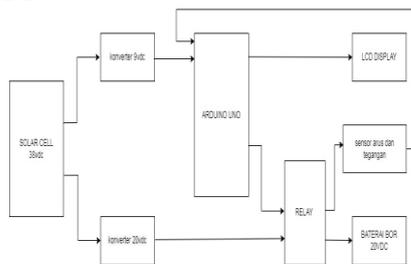
2.1 Metode Penelitian

Penelitian dengan metode ini dibuat dalam rangka antisipasi dan tercapainya tujuan dalam penelitian ini menggunakan langkah - langkah dalam setiap tujuan dalam penelitian. Metode penelitian dalam penelitian kali ini dibuat dalam bentuk diagram alir. Diagram alir metode penelitian tersebut, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1..



Gambar 2.1 Diagram alir pelaksanaan penelitian

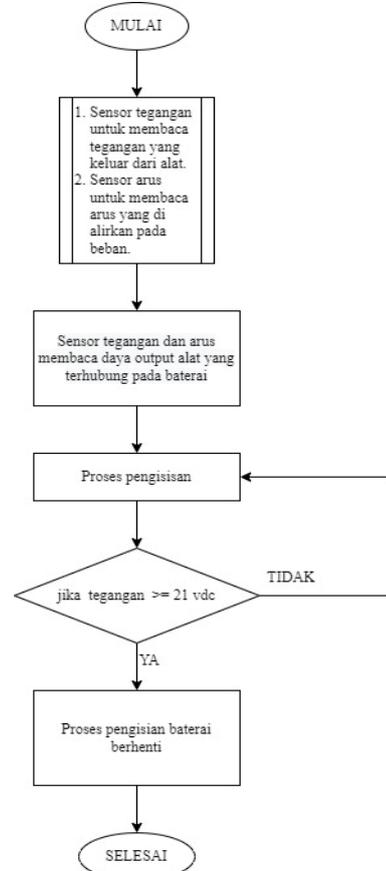
Perencanaan sistem kontrol dalam bentuk blok diagram, hal berikut dengan tujuan mempermudah untuk proses pembuatan sistem kontrol solar charging. Blok-blok rangkaian atau sub sistem memiliki fungsi tersendiri dan dapat beroperasi sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Diagram blok sistem alat seperti ditunjukkan pada Gambar2.2.



Gambar 2.2 Diagram blok prototipe sistem kontrol solar charging otomatis

2.1.1 Algoritma sistem solar charging berbasis arduino Atmega 328

Pembuatan algoritma program arduino Atmega328 dilakukan melalui (i) pembuatan program untuk membaca sensor tegangan dan arus; (ii) relay; (iii) pembuatan program untuk LCD; (iv) penyimpanan data kedalam memori arduino. Seperti ditunjukkan pada Gambar2.3 .



Gambar 2.3 Algoritma sistem solar charging berbasis Arduino Atmega 328

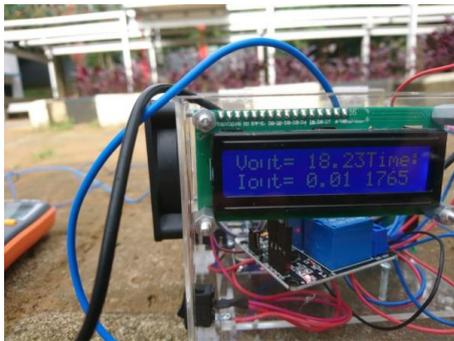
Berdasarkan gambar.2.3 merupakan alur kerja dari sistem solar charging yang diawali dengan pembacaan sensor tegangan dan arus pada output solar charger yang terhubung langsung dengan baterai dan mengirim sinyal hasil pembacaan sensor ke mikrokontroler arduino Atmega 328, lalu Arduino memerintahkan kerja relay untuk meneruskan energy listrik menuju baterai jika tegangan kurang dari 21VDC dan memutuskan energy listrik apabila tegangan baterai sudah terbaca lebih dari 21VDC. Set point 21 VDC pada program arduino Atmega 328 didapatkan karena beban baterai sendiri bertegangan 20VDC dan pada umumnya tegangan pengisian baterai diberikan 10% lebih besar dari tegangan baterai.

2.1.2 Perancangan Perangkat Keras Solar Charging

Berikut gambar2.4 menampilkan hasil rancangan perangkat keras dari alat dan

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FT SUKA-BOGOR

sistem prototipe pemanfaatan solar cell sebagai pengisian baterai bor berbasis Arduino Atmega 328.



Gambar 2.4 Perangkat Keras Solar Charging

Gambar diatas merupakan bentuk nyata hasil dari rancangan Diagram blok sistem alat seperti ditunjukkan pada Gambar2.2

Dimana terdapat komponen-komponen berupa *Back Converter DC* sebagai penurun tegangan DC yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan. *Sensor MAX471* berfungsi sebagai pendeteksi arus dan tegangan dan mengirimkan hasil kepada kontroler. *Relay DC* berfungsi sebagai saklar otomatis yang akan memutuskan jalur pengisian menuju baterai ketika baterai dalam kondisi penuh dan diperintah langsung oleh kontroler. *Motor Fan* berfungsi sebagai pendingin ruang komponen. *Arduino Uno* berfungsi sebagai control input dan output komponen dan di program agar sesuai dengan skema yang di harapkan. Semua komponen tersebut dijadikan dalam satu ruang yang terbuat dari akrilik dengan ukuran 10cmx10cmx13cm.

III. HASIL DAN BAHASAN

3.1 Pengukuran Tegangan Solar Cell

Pengukuran Tegangan *Solar cell* dilakukan pada hari Sabtu, 25 Desember 2021 dan hari Minggu, 02 Januari 2022 bertempat di area parkir motor gedung Teknik Elektro, Ibn Khaldun Bogor. Hasil pengukuran ditunjukkan pada tabel 3.1

Berdasarkan tabel 3.1 pengukuran solar cell ini data diambil dalam kurun waktu 1 jam sekali menggunakan multimeter digital bermerk SINHWA DT9205A. Dari hasil pengukuran pada tanggal 25 Desember 2021 dapat diketahui bahwa tegangan paling besar yang dihasilkan oleh solar cell dapat diperoleh di pukul 10.00 dengan besar tegangan 35,87vdc sedangkan pada pengukuran 02 Januari 2022 dapat diketahui bahwa tegangan paling besar yang dihasilkan oleh solar cell dapat diperoleh di pukul 10.00 dengan besar tegangan 35,80vdc.

Tabel 3.1 Pengukuran Tegangan Solar Cell

Data 25 Desember 2021		Data 02 Januari 2022	
PUKUL (WIB)	Tegangan Sc (VDC)	PUKUL (WIB)	Tegangan Sc (VDC)
6.15	5.59	6.15	5.59
7.00	33.57	7.00	33.57
8.00	34.90	8.00	34.90
9.00	34.80	9.00	34.80
10.05	35.87	10.05	35.80
11.00	32.80	11.00	32.80
12.40	33.70	12.40	33.70
13.10	32.80	13.10	32.80
14.05	18.05	14.05	18.05
15.05	21.30	15.05	21.30
16.05	19.80	16.05	19.80
17.05	20.10	17.05	20.10
17.47	5.04	17.47	5.04

3.2 Selisih Alat Ukur Tegangan Solar cell

Bagian Pada pengujian alat kali ini dilakukan pengukuran tegangan solar cell menggunakan dua alat ukur yaitu multimeter digital dan sensor MAX471 agar bisa mendapatkan nilai selisih tegangan dan menentukan alat ukur sebagai acuan dalam pengisian baterai. Berikut tampilan tabel.3.2 menunjukkan pengukuran selisih tegangan sensor MAX471 dengan alat ukur multimeter SINHWA DT9205A.

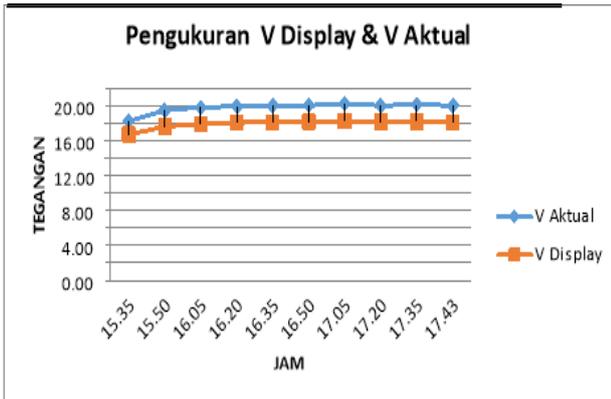
PUKUL (WIB)	V actual (VDC)	V display (VDC)	V Selisih (VDC)
15.35	18.20	16.67	1.53
15.50	19.46	17.60	1.86
16.05	19.80	17.90	1.90
16.20	19.90	18.04	1.86
16.35	20.00	18.10	1.90
16.50	20.00	18.15	1.85
17.05	20.20	18.23	1.97
17.20	20.00	18.15	1.85
17.35	20.10	18.15	1.95
17.43	20.00	18.06	1.94

Gambar 3.2 Pengukuran Selisih Tegangan Alat Ukur

Berdasarkan tabel 4.2 dapat dilihat pembacaan nilai tegangan yang terbaca oleh sensor MAX471 yang di beri tanda (V display) pada tabel dan alat multimeter SINHWA DT9205A yang diberi tanda (V actual) pada tabel . (V selisih) merupakan nilai tegangan selisih

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FT SUKA-BOGOR

antara V display dan V aktual . Jika di konversi dalam bentuk gambar grafik dapat dilihat pada gambar3.1



Gambar3.1 Grafik Selisih Tegangan Alat Ukur.

Dari tabel dan gambar grafik di atas menunjukkan selisih tegangan antara multimeter dan sensor MAX471 adalah sebesar ± 2 VDC dimana nilai yang ditunjukkan multimeter lebih besar dari nilai yang ditunjukkan sensor MAX471. Dengan demikian multimeter SINHWA DT9205A ditetapkan sebagai alat ukur acuan baterai penuh, sebagai contoh apabila baterai penuh terbaca 21 VDC pada alat ukur multimeter SINHWA DT9205A, maka di setting 19 VDC pada alat solar charging otomatis sebagai batas maksimal pengisian baterai.

3.3 Pengujian Alat dan Sistem Solar Charging Berbasis Arduino Atmega 328

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat dan sistem solar charging otomatis saat melakukan pengisian ke baterai. Besar tegangan listrik yang dibutuhkan untuk mengisi baterai 20 volt adalah sama dengan atau sedikit melebihi 20 volt. Tegangan listrik yang digunakan untuk mengisi baterai 20 volt tidak boleh terlalu besar atau jauh melebihi 20 volt agar baterai tidak cepat rusak. Maka dari itu alat ini di memakai buck konverter sebagai penurun tegangan dan penstabil tegangan yang dikeluarkan. Buck konverter pada alat ini diatur dengan keluaran 19 vdc untuk pengisian baterai, karena 19 VDC yang dikeluarkan oleh alat solar charging sama dengan tegangan actual 21 VDC. Tabel 3.3 menunjukkan tabel pengujian ke-1 alat solar charging.

Tabel3.3 Pengujian ke-1 alat solar charging

TABEL PENGUJIAN ALAT SOLAR CHARGING										
JAM (WIB)	V Sc (VDC)	V batterai (VDC)	V actual (VDC)	V display (VDC)	I Sc (ampere)	I actual (ampere)	I display (ampere)	SUHU (°c)	WAKTU (detik)	KETERANGAN
10:30	35,6	16,36	20,5	18,56	-	1,00	0,05	29°c	1800	-
10:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11:00	-	-	20,5	18,73	-	0,58	0,02	29°c	900	-
11:15	-	-	20,5	18,80	-	0,56	0,02	29°c	900	-
11:30	-	-	20,7	18,85	-	0,42	0,01	31°c	1800	-
11:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12:00	35,7	20,1	20,7	18,89	-	0,22	0,01	31°c	900	-

Pada pengujian ke-1 yang ditunjukkan pada tabel 3.3 ini terdapat kendala dimana tegangan output pada alat solar charging tidak mengalami penurunan tegangan ketika kondisi awal baterai mulai pengisian. Hal ini dikarenakan settingan alat solar charger belum tepat untuk mengatur tegangan output dan mengatur kondisi dimana pengisian harus dihentikan. Setelah 1jam 30menit melakukan pengujian tegangan baterai naik dari 16,3 menjadi 20,1 hal ini menunjukkan baterai terisi penuh setelah mendapatkan settingan sistem solar charging dengan tepat yaitu memberikan tegangan keluaran 21 VDC. Tabel 3.4 menunjukkan tabel pengujian ke-2 alat solar charging.

TABEL PENGUJIAN KE-2 ALAT SOLAR CHARGING										
JAM (WIB)	V Sc (VDC)	V batterai (VDC)	V actual (VDC)	V display (VDC)	I Sc (ampere)	I actual (ampere)	I display (ampere)	SUHU (°c)	WAKTU (detik)	KETERANGAN
16:30	35,7	16,36	17,47	15,84	-	0,48	0,01	29°c	900	-
16:45	-	18,9	19,6	17,68	-	0,35	0,01	29°c	900	-
17:00	-	19,0	19,6	17,71	-	0,18	0,01	29°c	900	-
17:15	-	19,1	19,6	17,77	-	0,16	0,01	29°c	900	-
17:30	-	19,16	19,6	17,77	-	0,03	0,01	28°c	900	-
17:32	5,93	19,16	5,93	6,01	-	0,00	0,01	28°c	120	solar cell sudah tidak menghasilkan daya

Tabel 3.4 Pengujian ke-2 alat solar charging

Pada pengujian ke-2 ini mencoba mengganti unit solar cell dengan unit solar cell lain dengan spesifikasi yang serupa, dan hasilnya menunjukkan skema yang di inginkan, dimana ketika solar charger bertegangan 21 VDC bertemu dengan tegangan baterai bernilai 16,3 VDC maka tegangan pada solar charging mengalami penurunan menjadi 17,4 VDC. Tetapi baterai tidak terisi penuh dikarenakan pada pukul 17.32 solar panel sudah tidak bisa mengeluarkan arus listrik. Tabel 3.5 menunjukkan tabel pengujian ke-3 alat solar charging.

Pada pengujian ke-3 yang dilaksanakan di tanggal 2 januari 2022 ini settingan awal output converter bernilai 21 VDC sehingga membuat pengisian menjadi lama, pada pengujian ke-3 ini setingan converter dinaikan menjadi 25 VDC dan hasilnya baterai pun penuh dengan membutuhkan waktu lebih cepat. Selanjutnya tabel 3.6 menampilkan hasil pengujian ke-4.

Setelah mengalami kebingungan untuk menentukan nilai tegangan suplay menuju baterai, Pada pengujian ke empat ini sudah mendapatkan settingan yg tepat dimana settingan converter bernilai 24 VDC dan settingan baterai penuh berada di tegangan 20,6 VDC di multimeter pada baterai sehingga di setting 22vdc pada sensor tegangan arduino untuk penghentian pengisian baterai. Dan pengujian pengisian baterai kali ini membutuhkan waktu 1 jam untuk mengisi baterai dari kosong sampai penuh. Hal ini pun didukung karena solar cell terkena sinar matahari dengan baik selama

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

pengisian. Selanjutnya tabel 3.7 menunjukkan pengujian ke lima alat solar charging.

TABEL PENGUJIAN KE-3 ALAT SOLAR CHARGING										
JAM (WIB)	V Sc (VDC)	V baterai (VDC)	V actual (VDC)	V display (VDC)	I Sc (ampere)	I actual (ampere)	I display (ampere)	SUHU (°c)	WAKTU (detik)	KETERANGAN
7.15	35,1	16,30	19,4	17,68	-	0,98	0,04	25°c	0	pengujian pada saat setingan konverter dimulai 21 VDC
7.30	34,8	19,1	20,7	18,26	-	0,85	0,02	26°c	900	
7.45	34,8	19,5	20,9	18,26	-	0,35	0,01	26°c	900	
8.00	34,9	19,6	21,0	18,26	-	0,24	0,02	26°c	900	
8.15	34,7	19,7	20,6	18,26	-	0,18	0,01	26°c	900	
8.30	34,6	19,74	20,4	18,26	-	0,12	0,01	26°c	900	
8.45	34,7	19,8	20,2	18,23	-	0,10	0,01	26°c	900	
9.00	34,8	19,8	20,3	18,28	-	0,08	0,02	28°c	900	
9.15	34,2	19,8	20,4	18,28	-	0,07	0,01	28°c	900	
9.30	34,1	19,86	20,2	18,26	-	0,06	0,01	28°c	900	
9.33	34,1	19,86	20,2	18,26	0,207	0,06	0,00	28°c	180	pengujian pada saat setingan konverter dimulai 25 vdc
9.45	33,4	19,86	20,6	18,28	0,198	0,04	0,00	28°c	720	
9.50	32,5	19,86	21,9	19,40	1,116	0,04	0,04	28°c	-	
10.05	34,0	20,3	21,7	19,64	1,119	0,03	0,03	28°c	900	
10.20	35,8	20,6	24,8	19,94	-	0,00	0,00	28°c	900	

Tabel3.5 Pengujian ke-3 alat solar charging

TABEL PENGUJIAN ALAT SOLAR CHARGING										
JAM (WIB)	V Sc (VDC)	V baterai (VDC)	V actual (VDC)	V display (VDC)	I Sc (ampere)	I actual (ampere)	I display (ampere)	SUHU (°c)	WAKTU (detik)	KETERANGAN
10.30	30,6	16,3	20,0	18,23	1,230	1,58	0,04	29°c	0	Solar sel terkena sinar matahari langsung selama pengisian.
10.45	31,5	18,7	21,3	19,02	1,213	1,57	0,02	29°c	900	
11.00	32,8	20,1	21,4	19,42	1,127	1,39	0,03	29°c	900	
11.15	31,2	20,4	21,6	19,68	1,173	1,37	0,03	29°c	900	
11.30	33,7	20,6	24,9	22,43	0,169	0,00	0,00	29°c	900	

Tabel3.6 Pengujian ke-4 alat solar charging

TABEL PENGUJIAN ALAT SOLAR CHARGING										
JAM (WIB)	V Sc (VDC)	V baterai (VDC)	V actual (VDC)	V display (VDC)	I Sc (ampere)	I actual (ampere)	I display (ampere)	SUHU (°c)	WAKTU (detik)	KETERANGAN
12.40	33,7	16,31	18,84	16,74	1,022	1,40	0,04	31°c	0	Dalam waktu 51 menit baterai terisi full karena cuaca sedang terik.
12.55	32,9	19,7	20,8	18,98	1,094	1,40	0,04	32°c	828	
13.10	32,8	20,1	21,9	19,49	1,134	1,40	0,03	32°c	878	
13.25	31,9	20,5	22,9	19,86	1,205	1,41	0,03	31°c	879	
13.31	33,2	20,6	25,6	19,95	0,120	0,00	0,00	31°c	182	

Tabel3.7 Pengujian ke-5 alat solar charging

Pada pengujian ke lima ini masih menggunakan settingan yang serupa dengan settingan sesuai dengan yg sebelumnya menghasilkan waktu 51 menit untuk

melakukan pengisian baterai dari kosong sampai penuh dengan kondisi sinar matahari yang terik.

Selanjutnya tabel 3.8 menunjukkan pengujian ke-6 alat solar charging.

TABEL PENGUJIAN ALAT SOLAR CHARGING										
JAM (WIB)	V Sc (VDC)	V baterai (VDC)	V actual (VDC)	V display (VDC)	I Sc (ampere)	I actual (ampere)	I display (ampere)	SUHU (°c)	WAKTU (detik)	KETERANGAN
15.35	33,7	16,3	24,8	-	0,018	-	-	28°c	0	Proses pengisian cuaca mendung.
15.35	18,3	-	18,2	16,67	0,980	0,73	0,01	28°c	0	
15.50	19,4	-	19,46	17,60	0,466	0,23	0,01	30°c	-	
16.05	19,8	-	19,8	17,90	0,618	0,39	0,01	29°c	-	
16.20	19,9	-	19,9	18,04	0,442	0,22	0,00	29°c	-	
16.35	20,0	-	20,0	18,1	0,392	0,17	0,00	29°c	-	
16.50	20,0	-	20,0	18,15	0,419	0,18	0,00	29°c	-	
17.05	20,1	-	20,2	18,23	0,400	0,18	0,00	28°c	-	
17.20	20,0	-	20,0	18,15	0,274	0,06	0,00	28°c	-	
17.35	20,1	-	20,1	18,15	0,219	0,08	0,00	27°c	-	
17.43	20,0	19,7	20,0	18,06	0,156	0,00	0,00	27°c	7299	
17.46	30,2	-	24,8	-	0,022	-	-	27°c	-	
17.47	-	-	5,37	-	-	-	-	27°c	-	

Tabel3.8 Pengujian ke-6 alat solar charging

Pada pengujian ke enam ini mendapatkan kondisi cuaca yg mendung dan solarcell tidak terpapar sinar matahari langsung, hal ini mengakibatkan proses pengisian memakan waktu yang lebih lama hingga 2 jam lebih sampai pada pukul 17.47 solar cell sudah tidak mampu memberikan daya yg cukup untuk melakukan pengisian baterai.

Secara Umum, lamanya pengisian baterai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Ta = \frac{C}{I}$$

Keterangan:

Ta = Lamanya Pengisian (Hour)

C = Besarnya kapasitas baterai (AH / Ampere Hour)

I = Besarnya arus pengisian ke baterai (Ampere)

Dan hasil uji alat solar charging tidak menunjukkan keluaran arus yang tidak stabil sehingga arus yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan nilai rata-rata arus dari hasil percobaan. Tabel 4.6 menunjukkan keluaran arus dari pengujian alat solar charging.

Berdasarkan nilai rata-rata percobaan pertama variable I display pada table 4.6 menunjukkan nilai sebesar 0,02 A. Baterai yang akan diisi dayanya berkapasitas 1.5 AH . berikut adalah rumus untuk mencari kebutuhan waktu pengisian baterai.

$$Ta = \frac{C}{I}$$

$$Ta = \frac{1,5 AH}{0.02 A}$$

$$Ta = 75 H$$

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTSUIKA-BOGOR

Berdasarkan hasil perhitungan diatas kebutuhan pengisian daya baterai berlangsung selama 75 jam. Kondisi ini tidak sesuai dengan data nyata pada percobaan, hal ini dikarenakan adanya ketidak akuratan pada display di alat percobaan, jika menggunakan nilai variable I Aktual untuk mencari kebutuhan waktu kebutuhan baterai maka hasil perhitungannya sebagai berikut :

$$Ta = \frac{C}{I}$$

$$Ta = \frac{1,5 AH}{1,4 A}$$

$$Ta = 1,07H$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas menggunakan data variable rata-rata maka didapatkan kebutuhan pengisian daya baterai berlangsung selama 1,07 jam, atau 1 jam 4 menit. Hasil tersebut hampir sesuai dengan keadaan yang terjadi langsung pada pengujian dimana proses pengisian baterai memerlukan waktu 1 jam hanya selisih 4 menit.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang sudah didapat dari ujicoba dan pengambilan data pada penelitian yang dilakukan ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat solar charging ini bekerja dengan cara memonitor tegangan masukan dari solar cell sebesar 38vdc dan dan mengkonversi tegangan menjadi 20vdc sesuai kebutuhan baterai. Untuk menghindari terjadinya pengisian berlebih maka ketika baterai sudah dalam kondisi penuh sesuai pembacaan dari sensor MAX471 dan arduino akan otomatis memerintahkan relay untuk menghentikan proses pengisian pada saat baterai penuh.
2. Proses pengisian baterai menggunakan solar charging dari kosong hingga penuh bergantung pada sinar matahari yang menyinari panel surya, apabila panel surya terkena sinar matahari dengan baik maka proses pengisian akan berlangsung ssesuai perhitungan, begitupun sebaliknya apa bila panel surya tidak terkena sinar matahari dengan baik maka proses pengisian akan berlangsung lama.
3. Dari proses pengujian alat yang sudah di lakukan pengisian tercepat membutuhkan waktu 51 menit pada pengujian ke lima yang berlangsung pada pukul 12.40 sampai dengan 13.31.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susanti, Indah. Analisa Penentuan Kapasitas Baterai dan Pengisiannya Pada Mobil Listrik. *Jurnal Elektra*, 2019, 4.2: 29-37.
- [2] Kumara, Nyoman S. Tinjauan Perkembangan Kendaraan Listrik Dunia Hingga

Sekarang. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2008, 10.2: 89-96.

- [3] Kamajaya, Firdaus Sutra; ULYA, Muhammad Muzmi. Analisis Teknologi Charger Untuk Kendaraan Listrik-Review. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2015, 6.3: 163-166.
- [4] Pasaribu, Faisal Irsan; REZA, Muhammad. Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2021, 3.2: 46-55.
- [5] M.Harits Fadhilah, Ekki Kurniawan.(2017).” Perancangan dan Implementasi MPPT Charge Controller Pada Panel Surya Menggunakan Mikrokontroler Untuk Pengisian Baterai Sepeda Listrik ”. *Jurnal Tidak Terbit (Online). Teknik Elektro FT Universitas Telkom*
- [6] Barlianto, Aldo Kris; Setiabudi, Djoni Haryadi; Lim, Resmana. Sistem Monitoring Solar Charge Controller Menggunakan Raspberry Pi 3 Secara Mobile. *Jurnal Infra*, 2021, 9.1: 78-84.
- [7] Ajiatmo, Dwi; Robandi, Imam. Optimisasi Maximum Power Point Tracker (Mppt) Sistem Photovoltaic (Pv) Algoritma Pada Pengisian Baterai Kendaraan Listrik Berbasis Firefly Algoritma Modifikasi. *Sentia 2015*, 2015, 7.1.
- [8] Sadewo, Riandanu Aldy; Kurniawan, Ekki; Adam, Kharisma Bani. Perancangan Dan Implementasi Pengisian Baterai Lead Acid Menggunakan Solar Cell Dengan Menggunakan Metode Three Steps Charging. *Eproceedings Of Engineering*, 2017, 4.1.
- [9] Putra, Zhorif Zhenjaya Zheptama; Hartono, Hartono; Kustori, Kustori. Sistem Pengisian Baterai Sekunder Secara Otomatis Berbasis Microcontroller Sebagai Media Pembelajaran Dilaboratorium Politeknik Penerbangan Surabaya. In: *Prosiding Snitp (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*. 2019.
- [10] Khairi, Alfian. *Perancangan Battery Management System Pada Battery Pack Mobil Listrik Litium-Ion 18650 Tersusun 20 Seri*. 2018. Phd Thesis. Universitas Brawijaya.